In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful













FONCTIONS DE CONDUCTION DE LA MOELLE

Dr H.BENSLIMANE
Maître Assistante en Neurophysiologie Clinique
Laboratoire de Physiologie Métabolique
C.H.U d'HUSSEIN-DEY



Fonction réflexe
(substance grise)

Fonction de conduction
(faisceaux de la substance blanche)

Voies ascendantes
(sensitives)

Voies descendantes
(motrices)

Connexion supra segmentaire

Moelle et centres encéphaliques

Racines postérieures

Racines antérieures

périphérie

/
Connexion inter segmentaire
(fibres intersegmentaires)

Muscle effecteur

Introduction et généralités

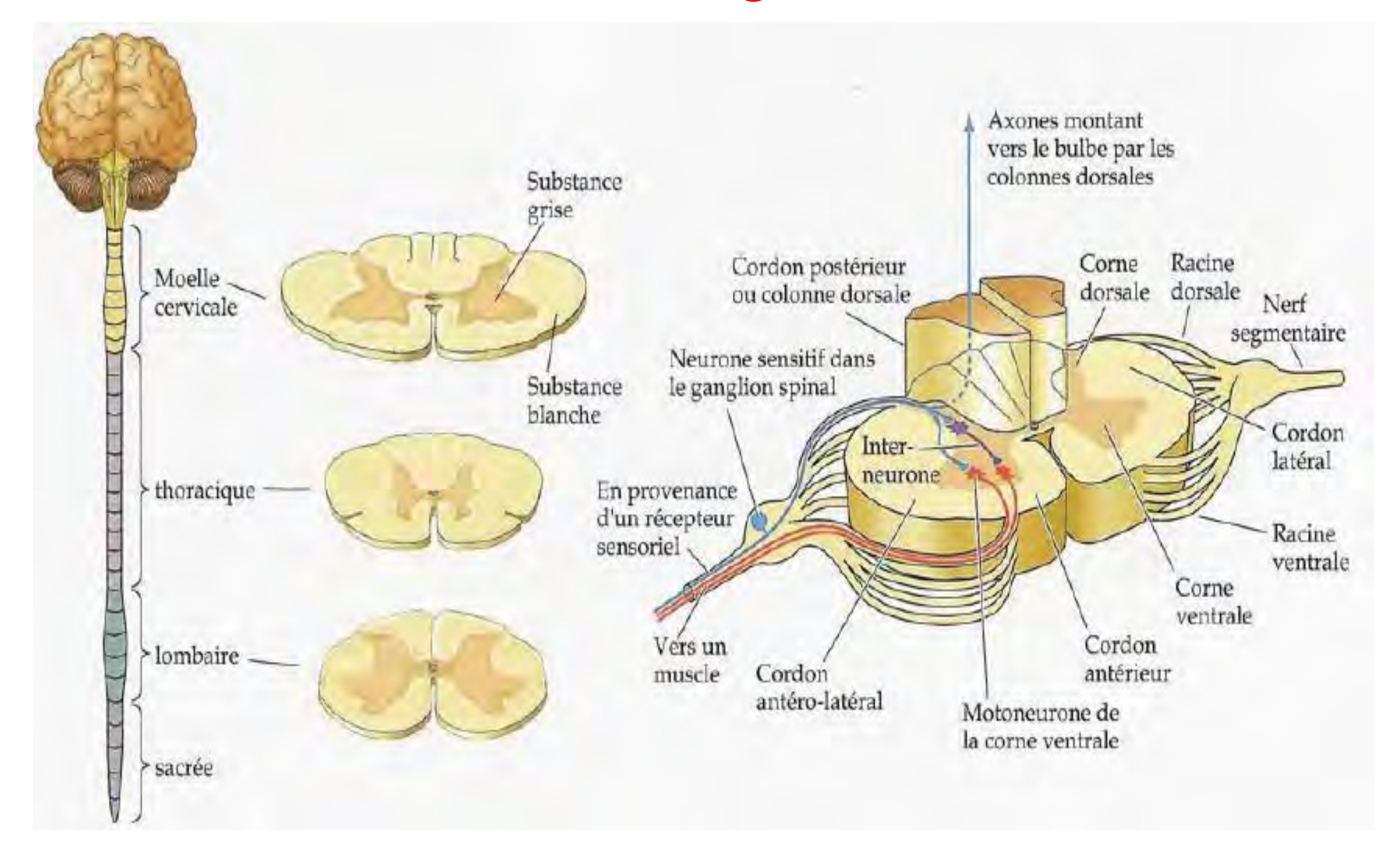


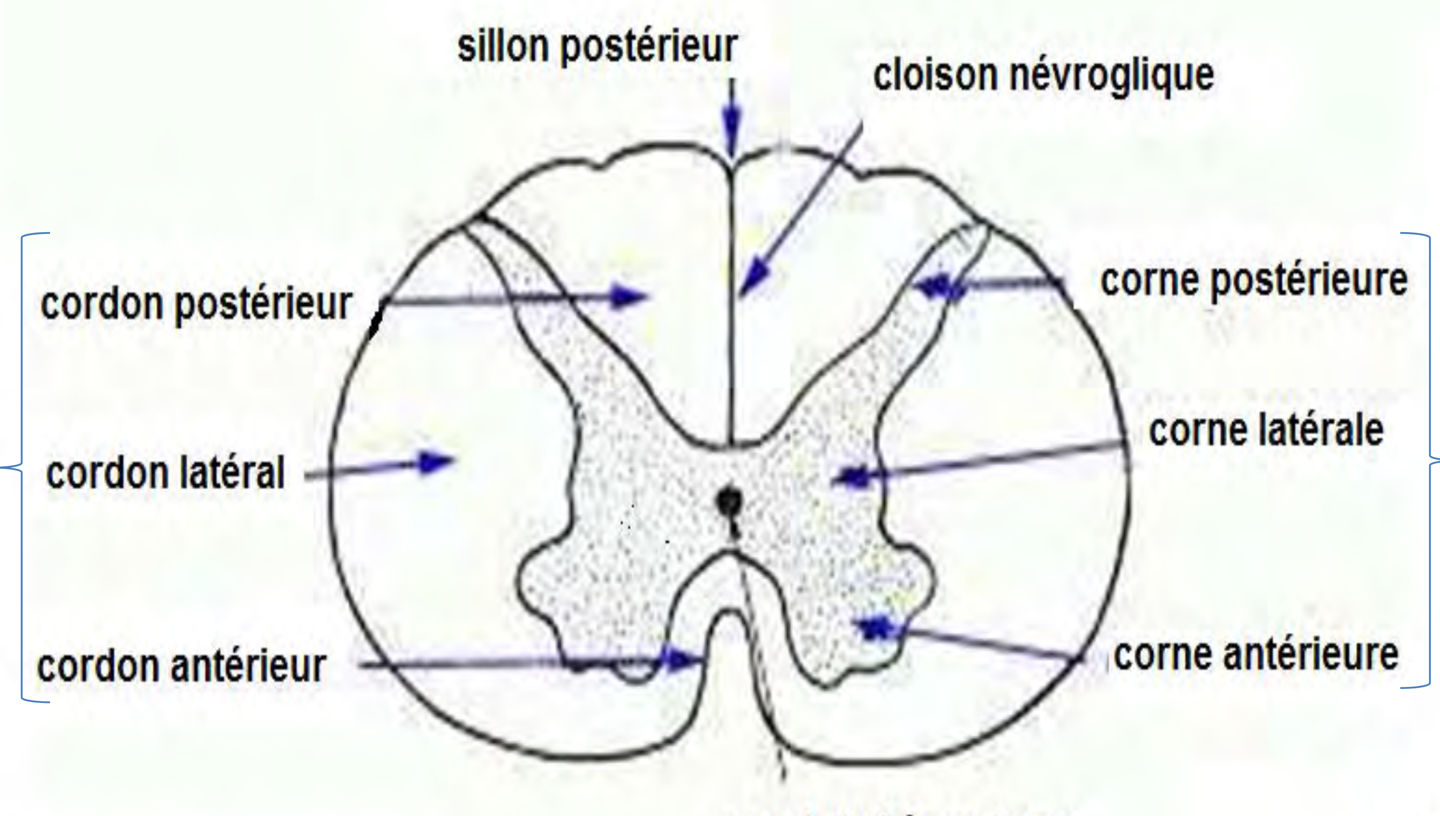
Schéma de la structure interne de la moelle

II. Systématisation de la moelle :

Coupe transversale de la moelle épinière :

- Partie centrale en forme de H -----→ **substance grise** (formée de somas neuronaux, de dendrites, terminaisons axonales, et de processus gliaux)
- Partie périphérique ------→ **la substance blanche** (formée essentiellement de fibres, ascendantes et descendantes, myélinisées et non myélinisées ainsi que de cellules gliales).

II. Systématisation de la moelle :



II. Systématisation de la moelle :

Organisation de la substance grise de la moelle :

Plan transversal, elle est subdivisée en 3 régions:

- La corne dorsale
- La région intermédiaire
- La corne ventrale

3 régions subdivisées en **10** couches par **REXED**

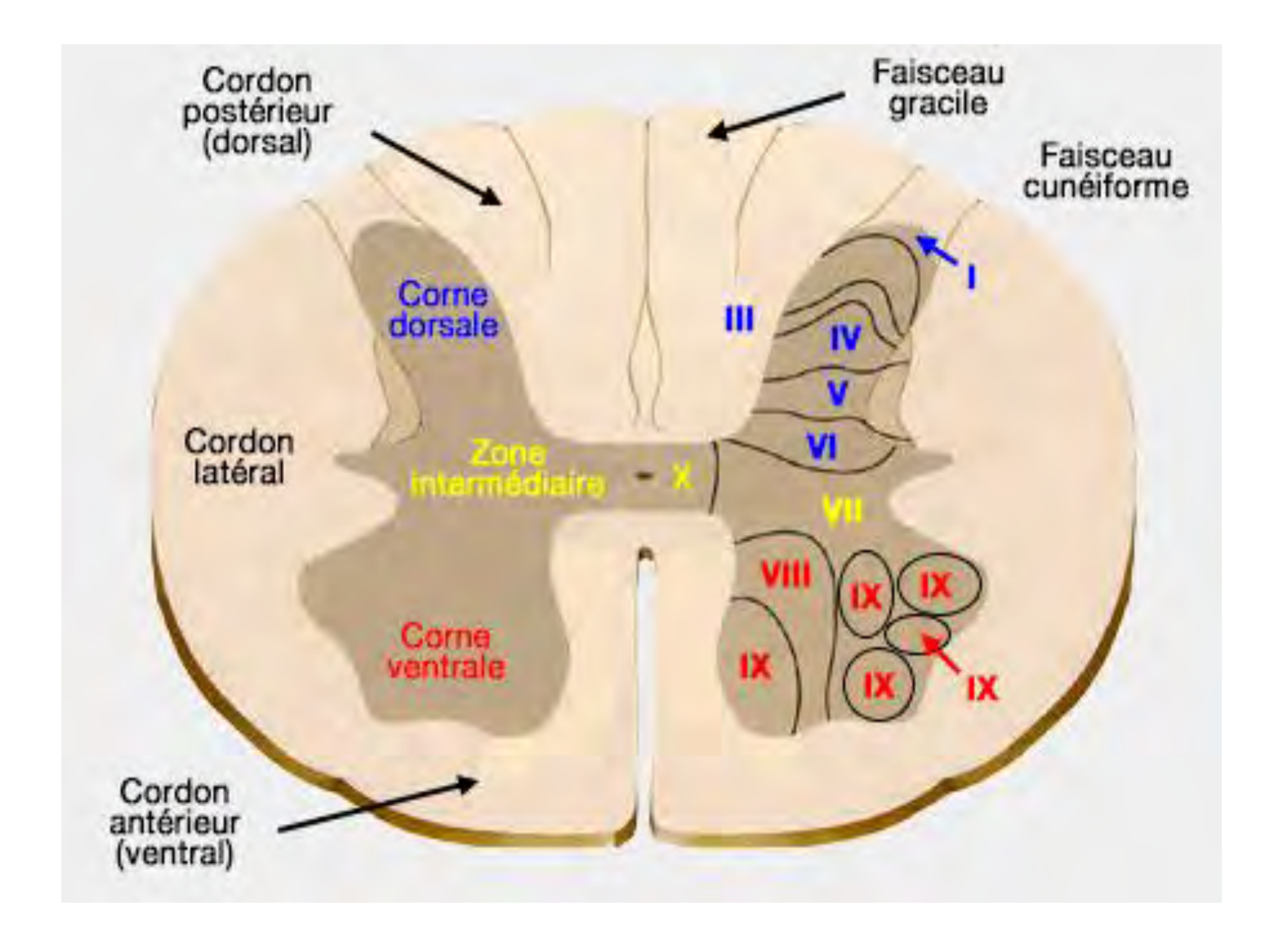
II. Systématisation de la moelle :

Organisation de la substance grise de la moelle en couche (REXED):

- La corne dorsale : couches **I** ---→ **VI**
- La région intermédiaire : couche **VII**
- La corne ventrale : couches **VIII** et **IX**
- Couche **X** : substance grise entourant canal épendymaire

Ces couches se différencient par leurs structure anatomique et leurs fonctions

Organisation de la substance grise de la moelle en couche (REXED):



II. Systématisation de la moelle :

La substance blanche de la moelle épinière :

Elle est divisée en 3 **paires de cordons** ou funiculus;

- **Le cordon postérieur,**
- **Le cordon latéral,**
- **Cordon antérieur**

Dans ces cordons se trouvent tous les faisceaux nerveux moteurs et sensitifs en transit dans la moelle.

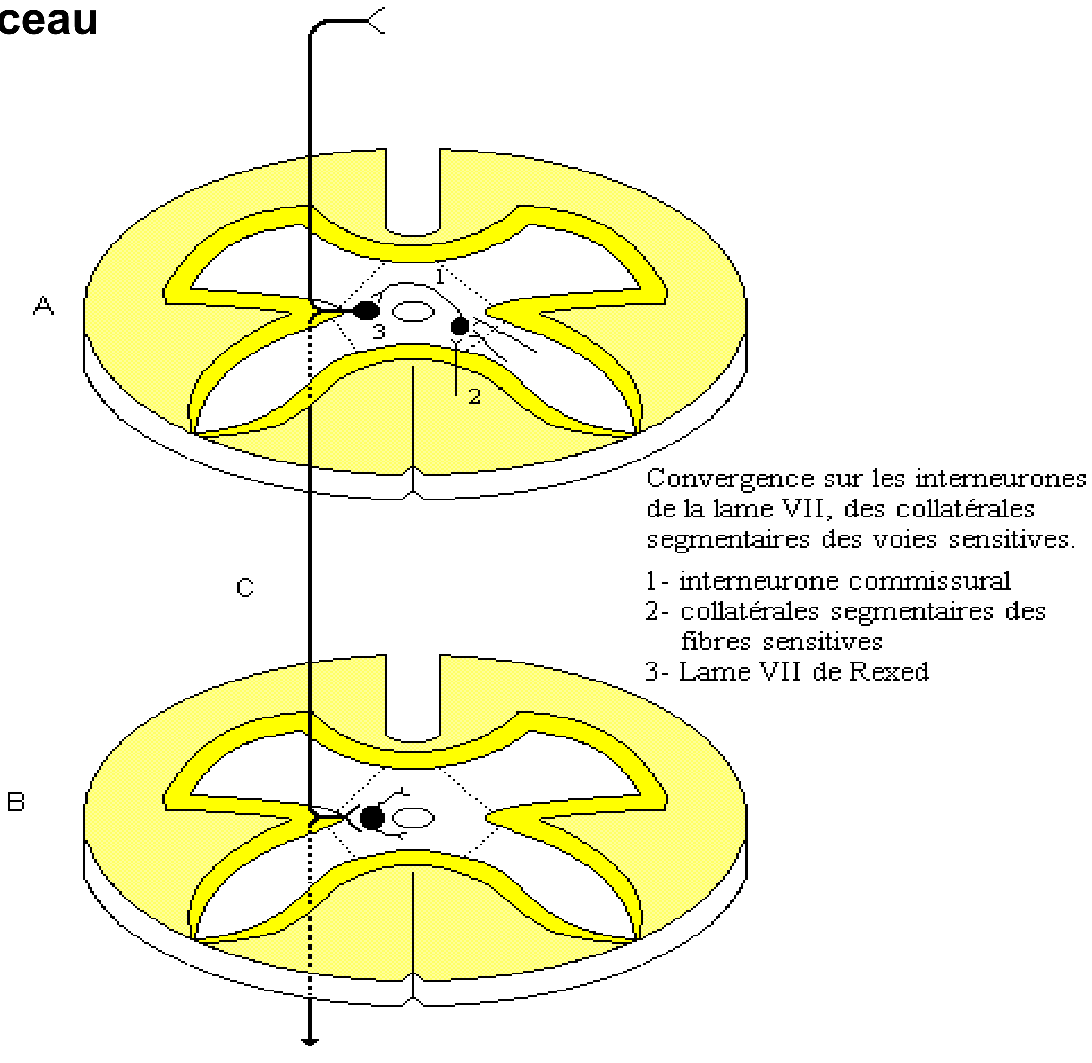
II. Systématisation de la moelle :

La substance blanche de la moelle épinière :

- **Faisceau propre ou faisceau fondamental :** c'est une mince couche de substance blanche située à la périphérie de la substance grise. Elle contient des fibres verticales d'association inter-segmentaires s'articulant principalement avec les interneurones de la lame VII.

La substance blanche de la moelle épinière :

❖ Faisceau propre ou faisceau fondamental :

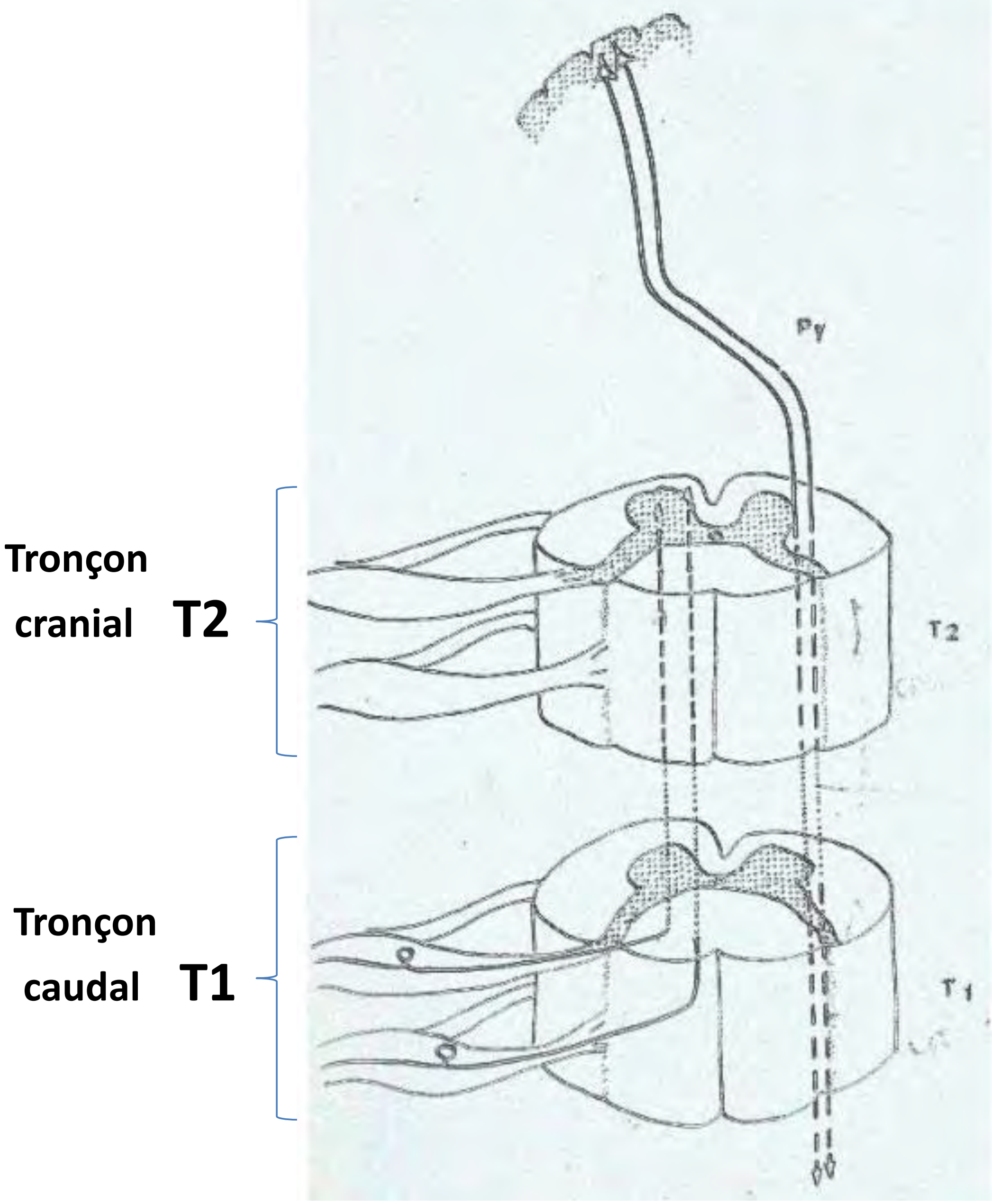


III. Méthodes d'étude
A. Anatomiques classiques

a) **Méthode de dégénérescence secondaires**:

Dégénérescence Wallérienne

a) Méthode de dégénérescence secondaires:



« Application de la méthode des dégénérescences secondaires à l'étude des cordons médullaires »

- Si une fibre dégénère dans le tronçon T2
  ---→ neurone caudal par rapport à la section
- Si une fibre dégénère dans le tronçon T1
  ---→ neurone cranial par rapport à la section

III. Méthodes d’étude
A. Anatomiques classiques

b) **Méthode de dégénèrescence retrograde**:

Cette méthode permet de repérer le corps cellulaire d’une fibre nerveuse et donc l’origine de la voie.

Lorsqu’un neurone a été amputé d’une portion de son axone, son périkaryon subit des altérations, notamment des corps de Nissl.

III. Méthodes d'étude
A. Anatomiques classiques

c) **Méthode des boutons de dégénérescence**:

Lorsqu'un axone a été coupé, les processus dégénératifs les plus précoces affectent ses extrémités, qui en quelques heures se renflent en boutons cytologiquement repérables.

Cette méthode permet de préciser la terminaison des fibres et déterminer les corps de neurones avec lesquels elles s'articulent (l'élément post-synaptique).

III. Méthodes d'étude
B. Expériences de stimulation et de section

Expériences de stimulation : chez l'animal

- Cordon antérieur : aucune réaction douloureuses
- Cordon latéral : réponses motrices et végétatives
- Cordon postérieur : réactions douloureuses

III. Méthodes d'étude
B. Expériences de stimulation et de section

<u>Expériences de section</u> :

- Section des cordons postérieurs: l'animal ne présente aucune paralysie mais troubles de la coordination des mouvements (sensibilité profonde)

- Hémisection de la moelle : syndrome de Brown-Séquard expérimental

III. Méthodes d'étude

C. Méthode de traçage des voies nerveuses

Un traceur neuronal est une substance chimique qui indique le chemin des axones pour illustrer la connexion dans le système nerveux.

On a des traceurs **antérogrades** et des traceurs **rétrogrades** et des traceurs capable à la fois d'un transport antérograde et rétrograde

C. Méthode de traçage des voies nerveuses

- **Méthode HRP (peroxydase de raifort) :**

  Le H.R.P (Horseradish peroxydase) ou peroxydase de raifort est un traceur rétrograde, absorbé par les axones au site d'injection et transporté vers l'amont jusqu'au corps cellulaire → origine de la voie

- **Méthode autoradiographique :**

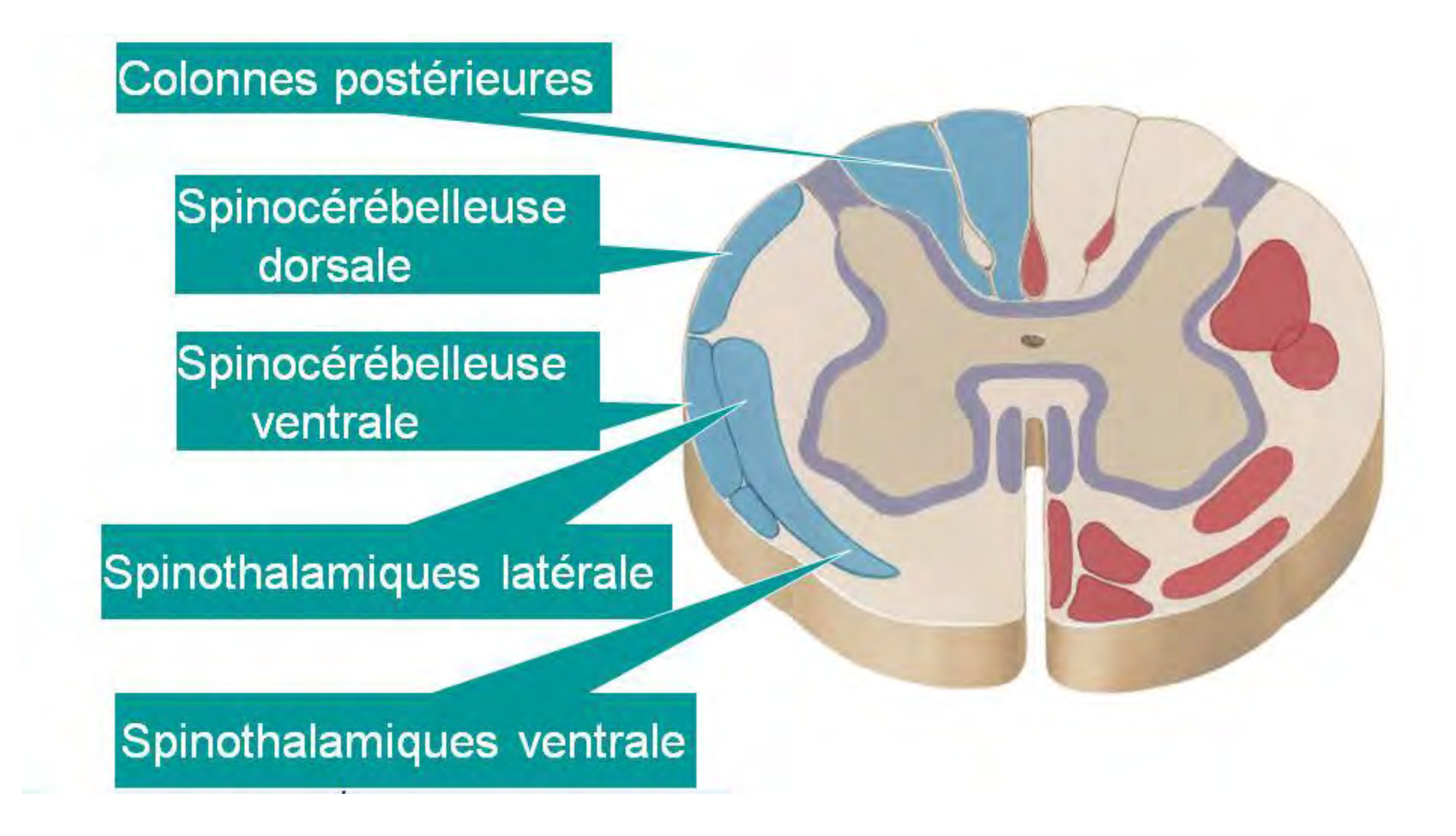
  Elément utilisé est un acide aminé radioactif, ce traceur est injecté au niveau du corps cellulaire et transporté de façon antérograde dans l'axone jusqu'au → terminaisons.

  La visualisation du tarceur se fait par autoradiographie.

- Toxines : le fragment C de la toxine du tétanos (TTC);

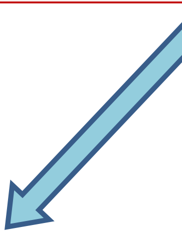
- Virus : virus pseudorabique (PRV), Herpex simplex virus (HSV)

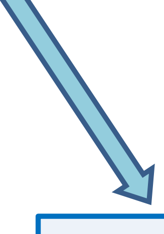
Voies ascendantes



« Principales voies nerveuses de la substance blanche »

Voies ascendantes





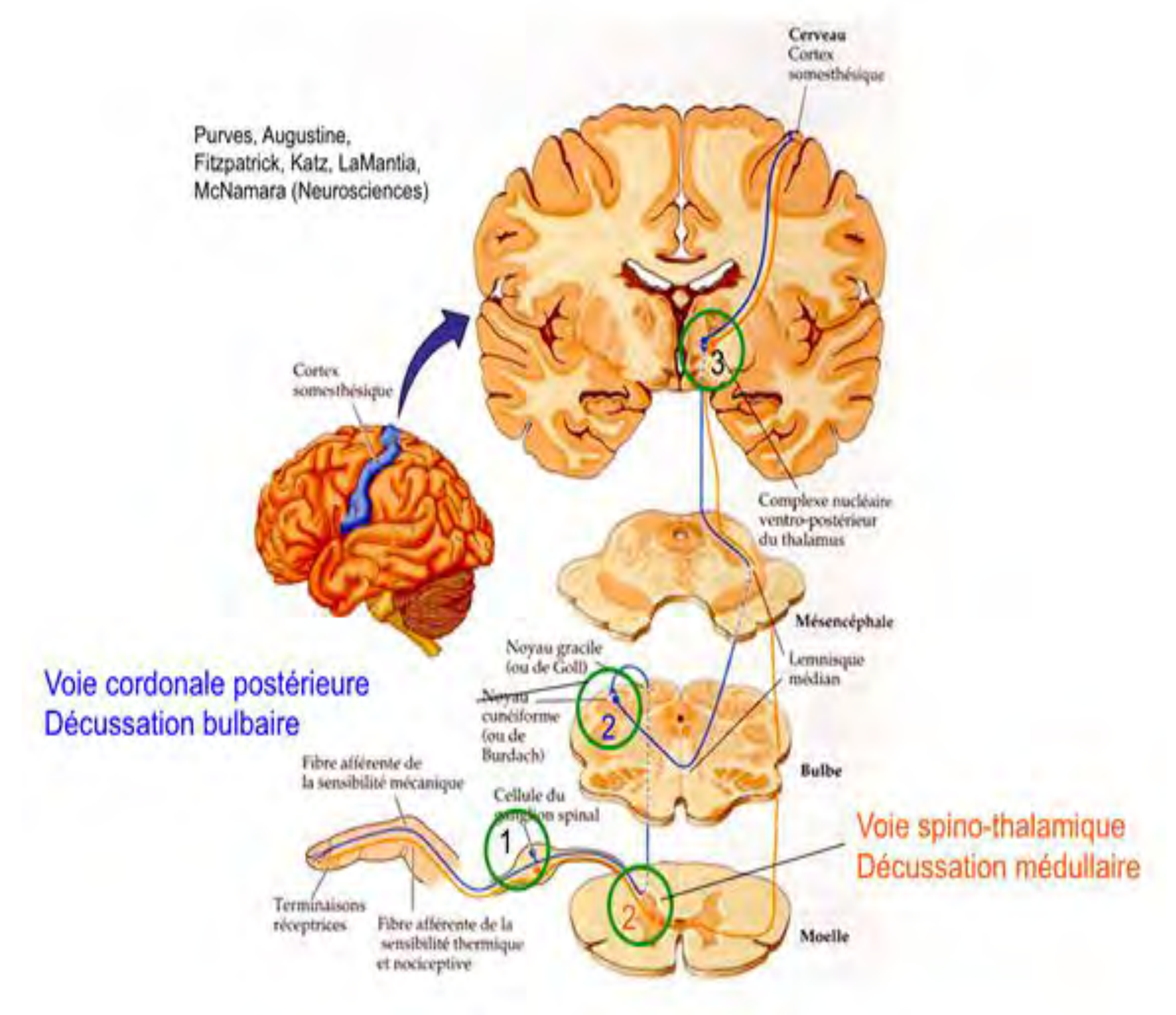
SOMÉSTHESIE

Sensibilité INCONSCIENTE

- **Cordons postérieurs**
- **Spinothalamiques**
- Spinocervicothalamique
- Spinoréticulaire

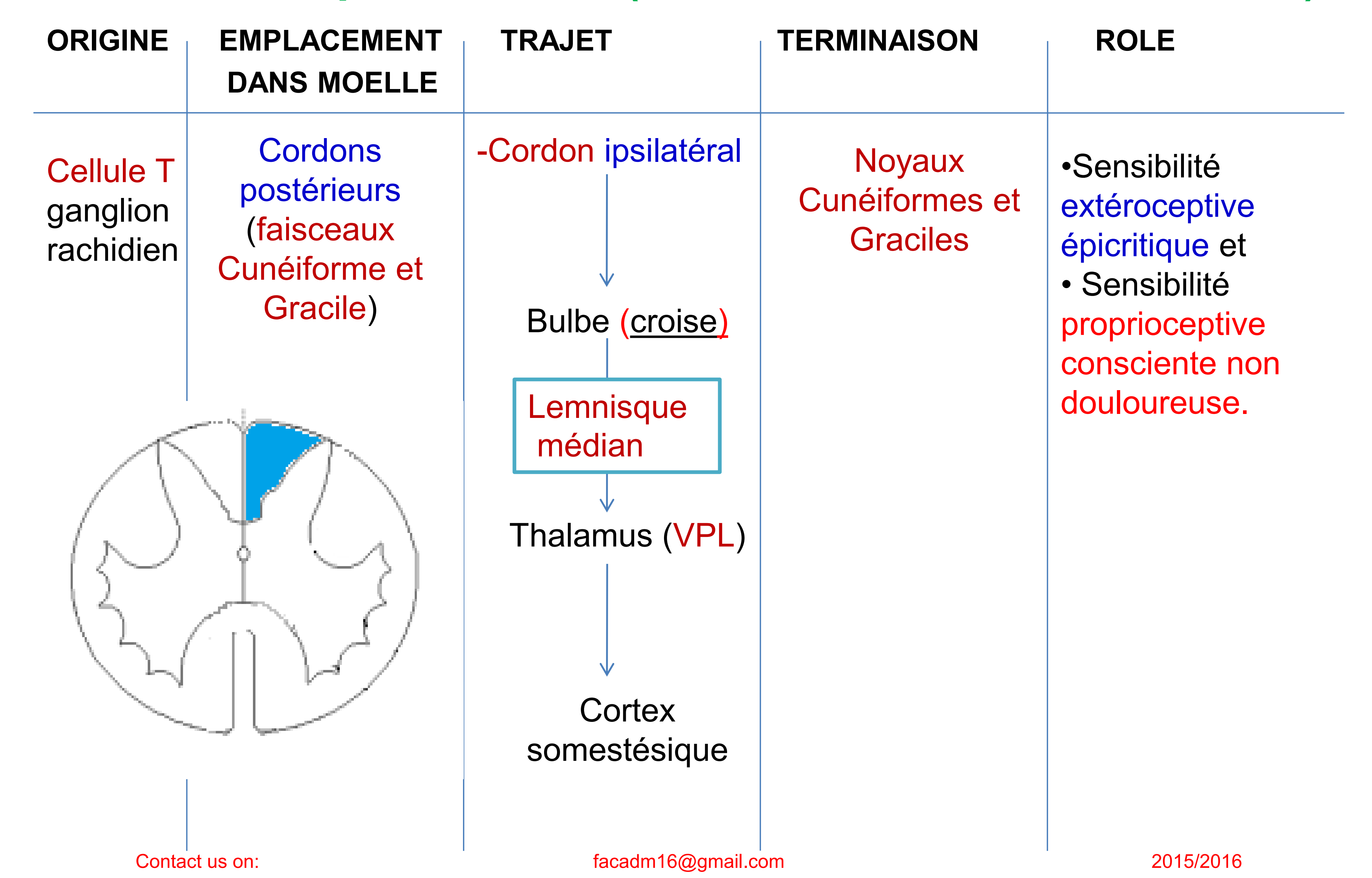
- **Spino-cérébelleux**
- Autres voies

Voies ascendantes : de la somesthésie



IV. Voies ascendantes : de la somesthésie

1. Cordons postérieurs: (Faisceaux de Goll et Burdach)



ORIGINE	EMPLACEMENT DANS MOELLE	TRAJET	TERMINAISON	ROLE
Cellule T ganglion rachidien	Cordons postérieurs (faisceaux Cunéiforme et Gracile)	-Cordon ipsilatéral → Bulbe (<u>croise</u>) → Lemnisque médian → Thalamus (VPL) → Cortex somestésique	Noyaux Cunéiformes et Graciles	•Sensibilité extéroceptive épicritique et • Sensibilité proprioceptive consciente non douloureuse.

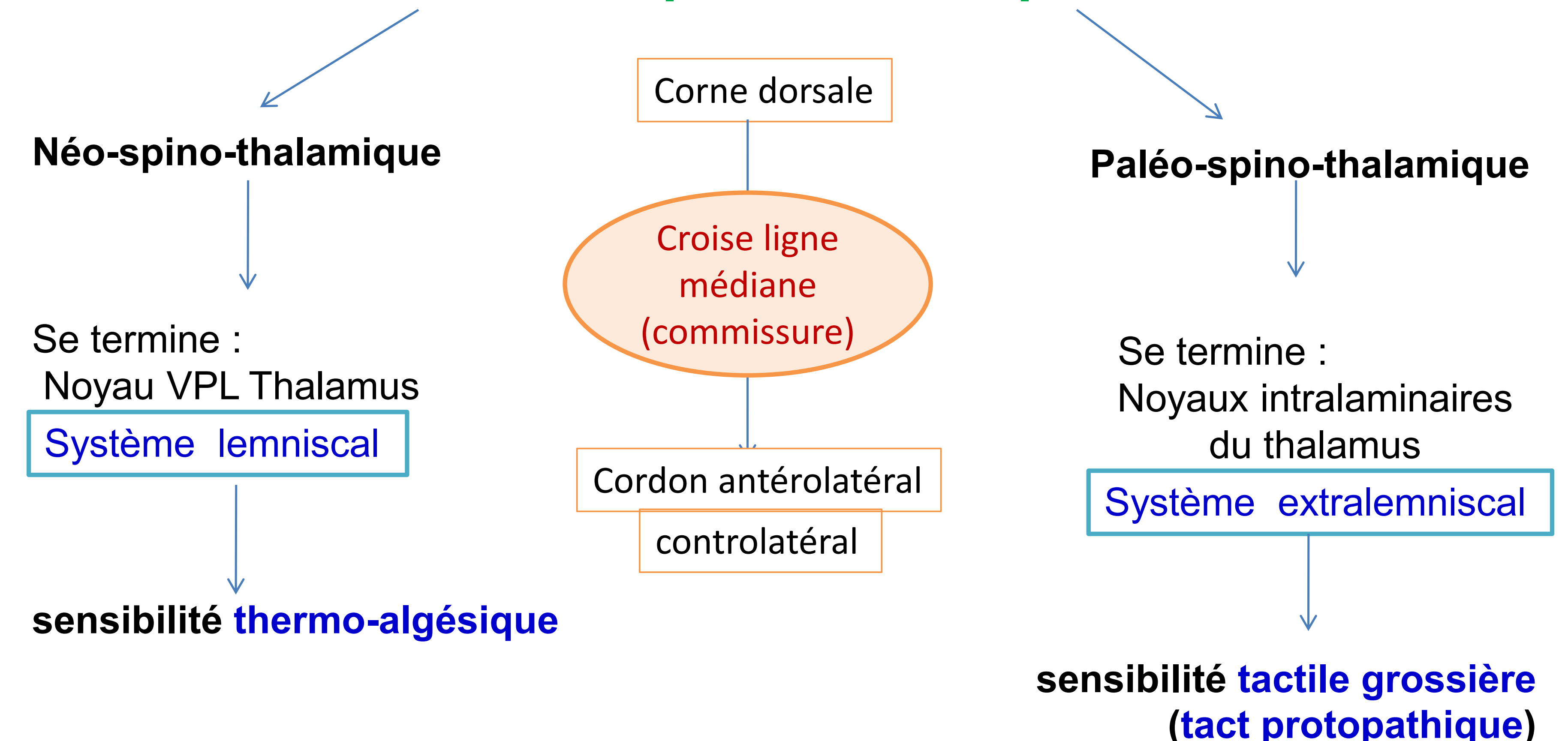
IV. Voies ascendantes : de la somesthésie

1. Cordons postérieurs: (Faisceaux de Goll et Burdach)

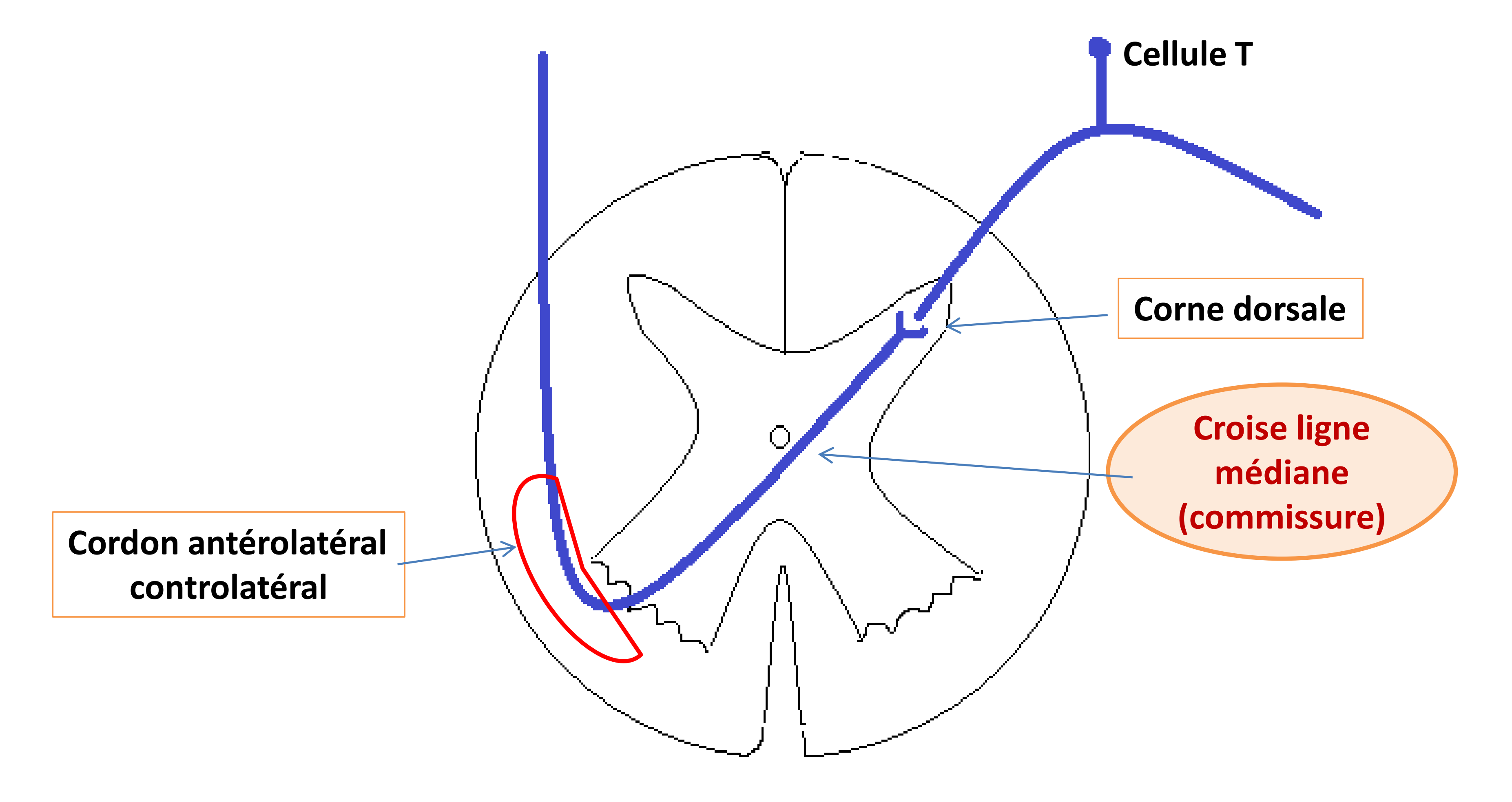
N.B : sont également présents dans les cordons postérieurs:

- Les fibres **post-synaptiques des colonnes dorsales** (naissent neurones des cornes dorsales), qui peuvent transmettre des influx nociceptifs
- Le faisceau cunéo-cérébelleux
- Le faisceau spino-olivaire postérieur
- Le faisceau spino-cervical

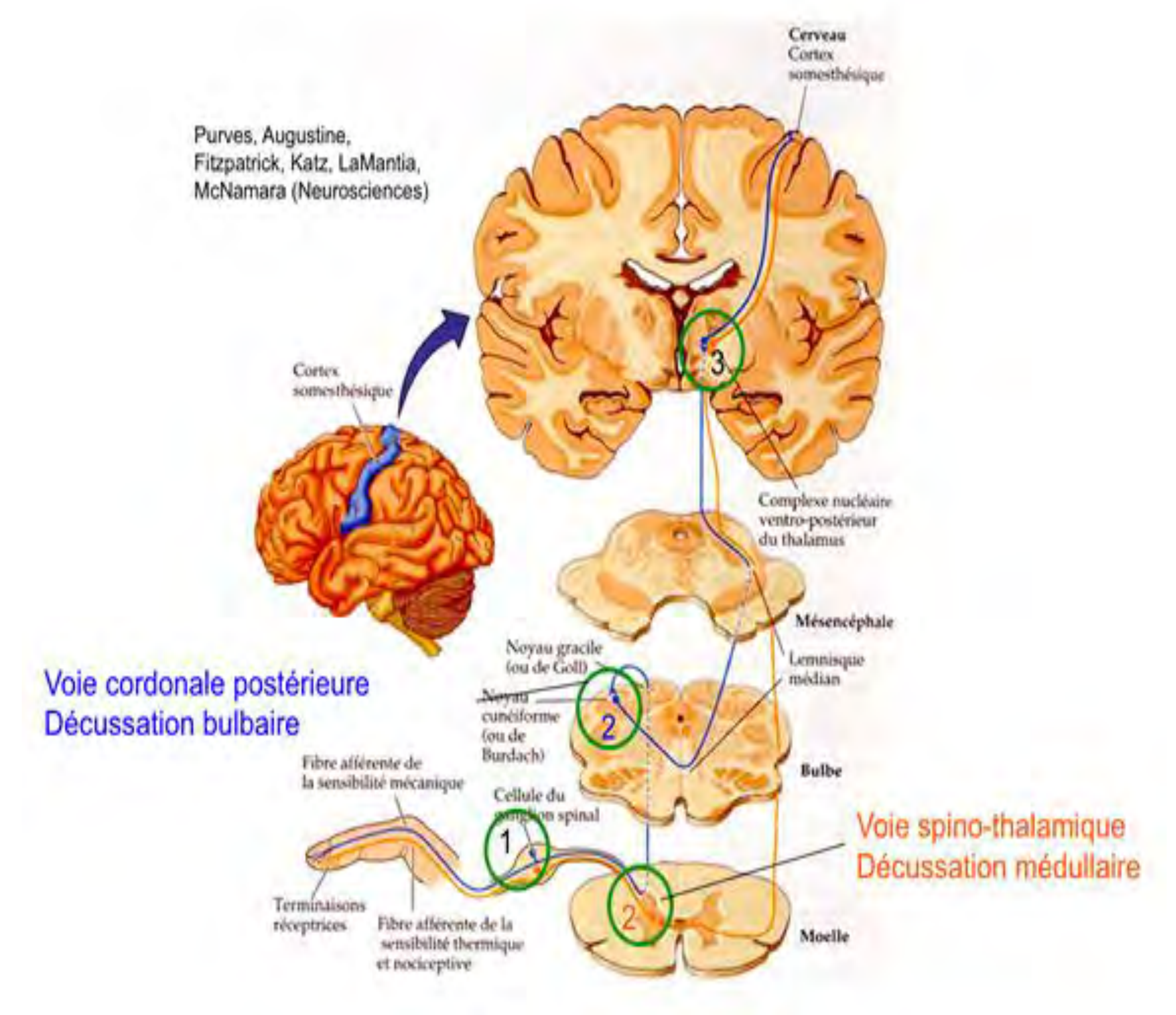
IV. Voies ascendantes : de la somesthésie



Faisceau spino-thalamique



Voies ascendantes : de la somesthésie



III. Voies ascendantes : de la somesthésie

- **Faisceau spino-réticulaire :** même origine que le faisceau spinothalamique, se termine au niveau de la **formation réticulée** (du côté ipsilatéral et aussi contralatéral);

  --->Rôle : véhicule les informations nociceptives vers la formation réticulée du tronc cérébral.

- **Faisceau spino-cervico-thalamique :** les cellules d'origine localisées dans les couches IV et V. la voie ascendante est homolatérale. s'observe chez le singe, mais pourrait être inconstante chez l'homme.

IV. Voies ascendantes

1. De la sensibilité inconsciente:

- **Faisceaux spino-cérébelleux**
- Autres faisceaux :

  spino-olivaires, spino-tectal, ….etc.

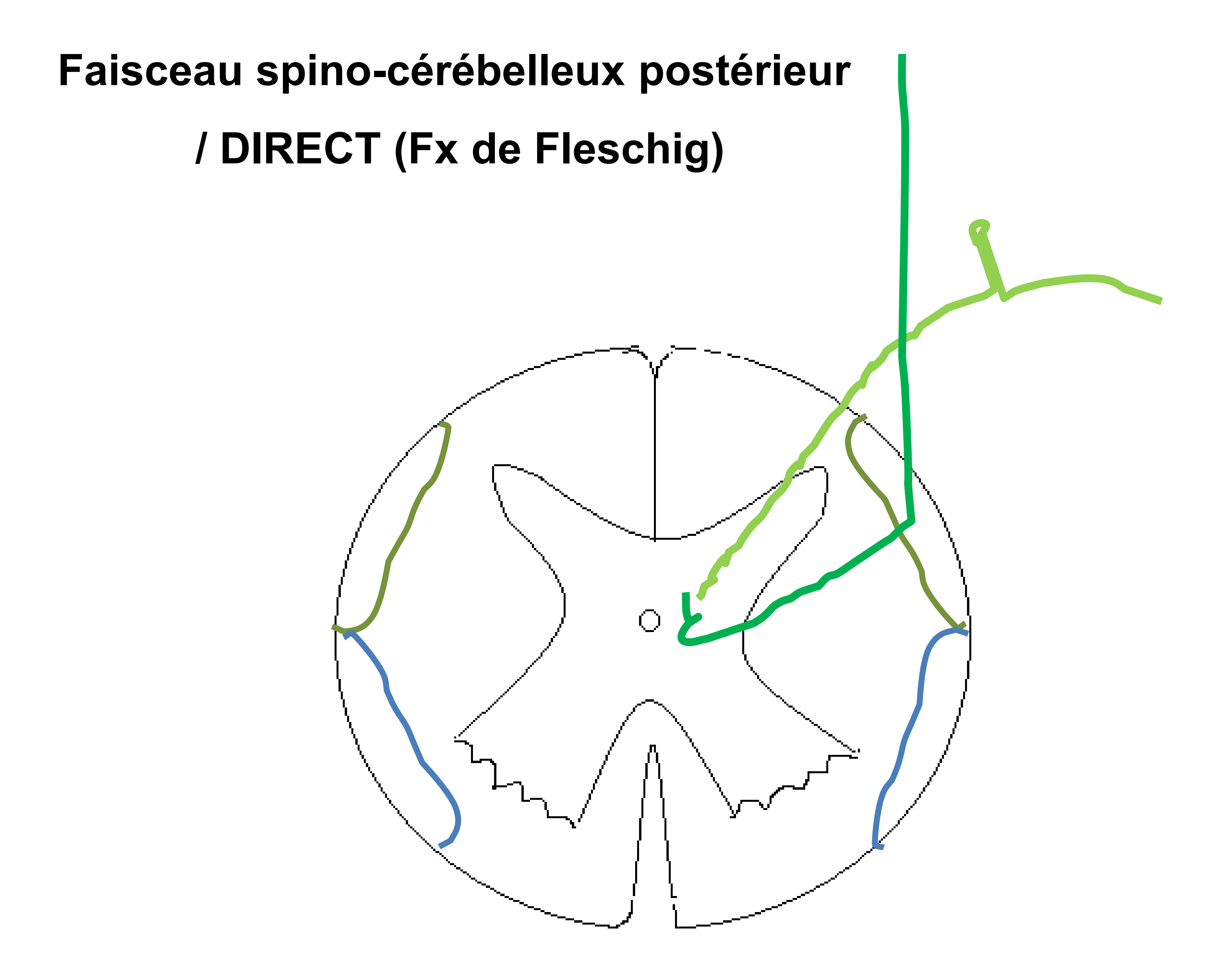
III. Voies ascendantes : sensibilité inconsciente

1. Faisceaux spino-cérébelleux :

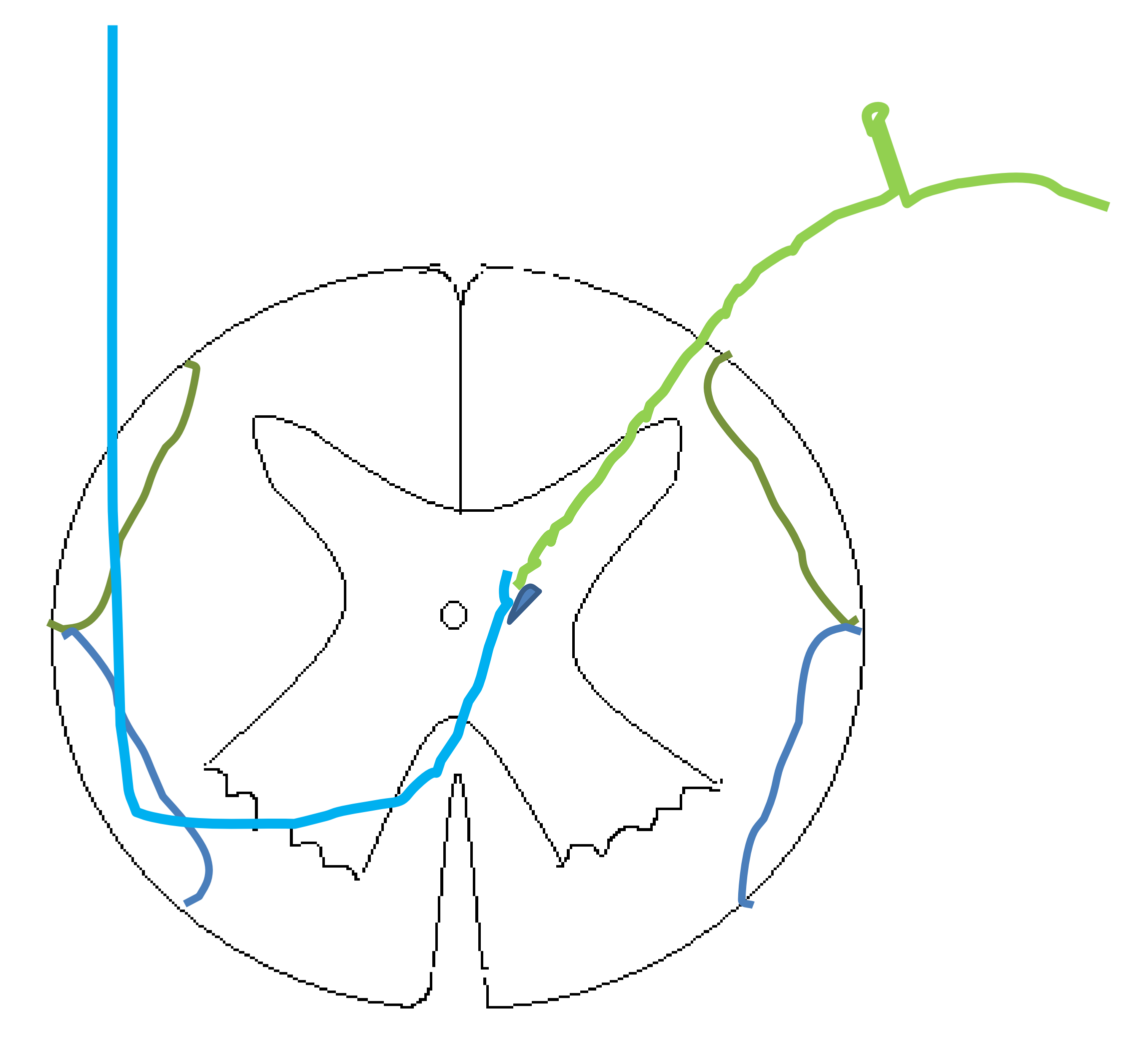
Faisceau spino-cérébelleux postérieur / DIRECT (Fx de Fleschig)	**Faisceau spino-cérébelleux antérieur / CROISÉ (Fx de Gowers)**
• Noyau dorsale de CLARKE	• Partie latérale des couches V et VII
• Cordon dorsolatéral ipsilatéral (**direct**)	• Cordon antérolatéral controlatéral (**croisé**)
• Cortex cérébelleux bilatéral (+++ ipsilatéral)	• Cortex cérébelleux bilatéral (+++ ipsilatéral /origine)

Rôle :
coordination de la posture et des mouvements des membres

Faisceau spino-cérébelleux postérieur / DIRECT (Fx de Fleschig)



Faisceau spino-cérébelleux antérieur / CROISÉ (Fx de Gowers)

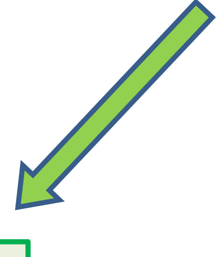


III. Voies ascendantes : sensibilité inconsciente

- ✓ **Faisceaux spino-olivaires:** sont des voies spino-cérébelleuses indirectes.
- ✓ **Faisceau spino-tectal:** se terminer dans le colliculus supérieur.

D’autres faisceaux se projettent sur le **mésencéphale, le système limbique, et l'hypothalamus .**

Voies descendantes



FAISCEAUX LATÉRAUX

- **Cortico-spinal latéral**
- **Rubro-spinal**

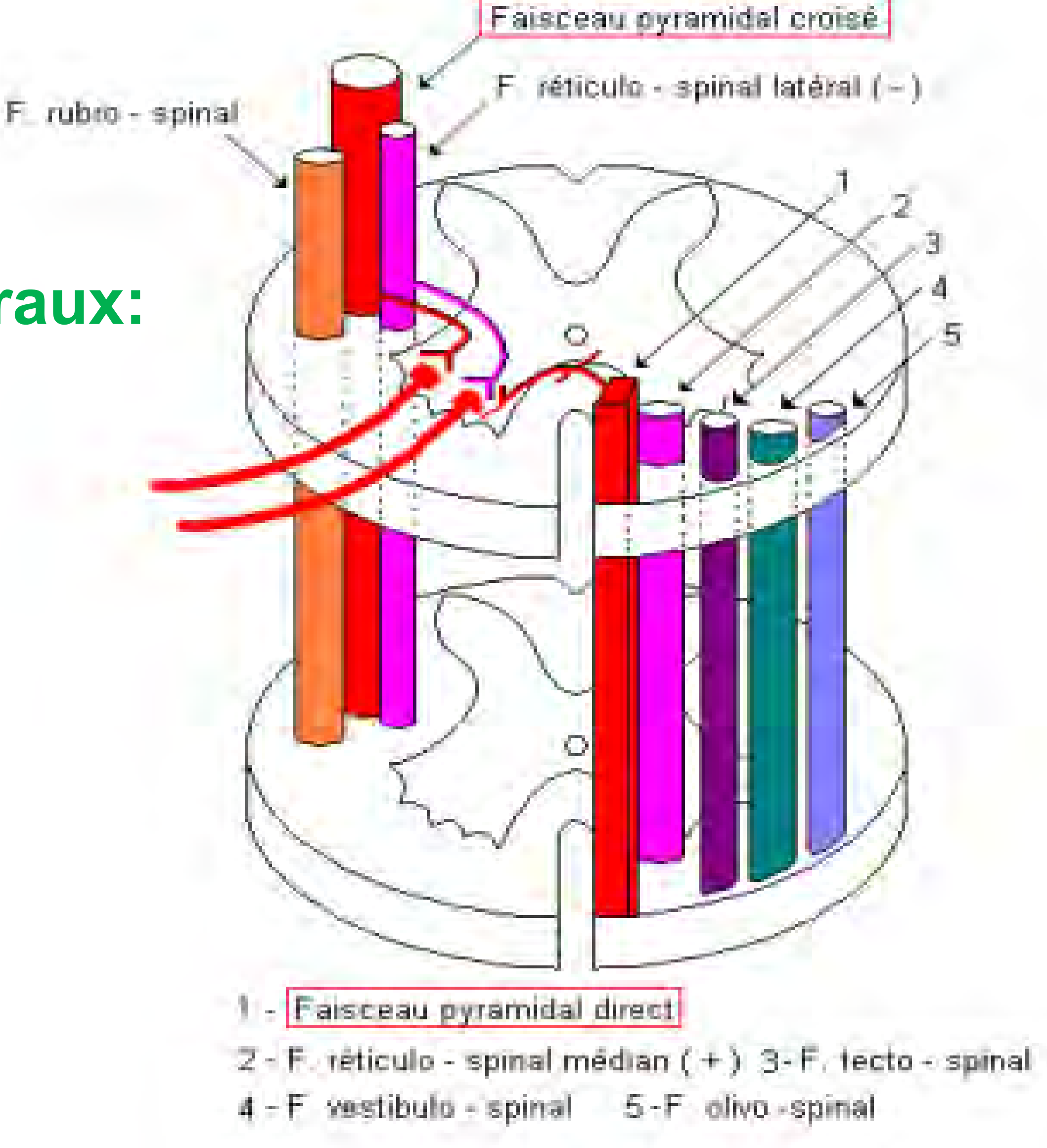
FAISCEAUX MÉDIANS

- **Cortico-spinal ventral et**
- **Réticulospinaux**
- **Tecto-spinal**
- **Vestibulo-spinal**
- **Olivo-spinal**

A. Faisceaux latéraux:

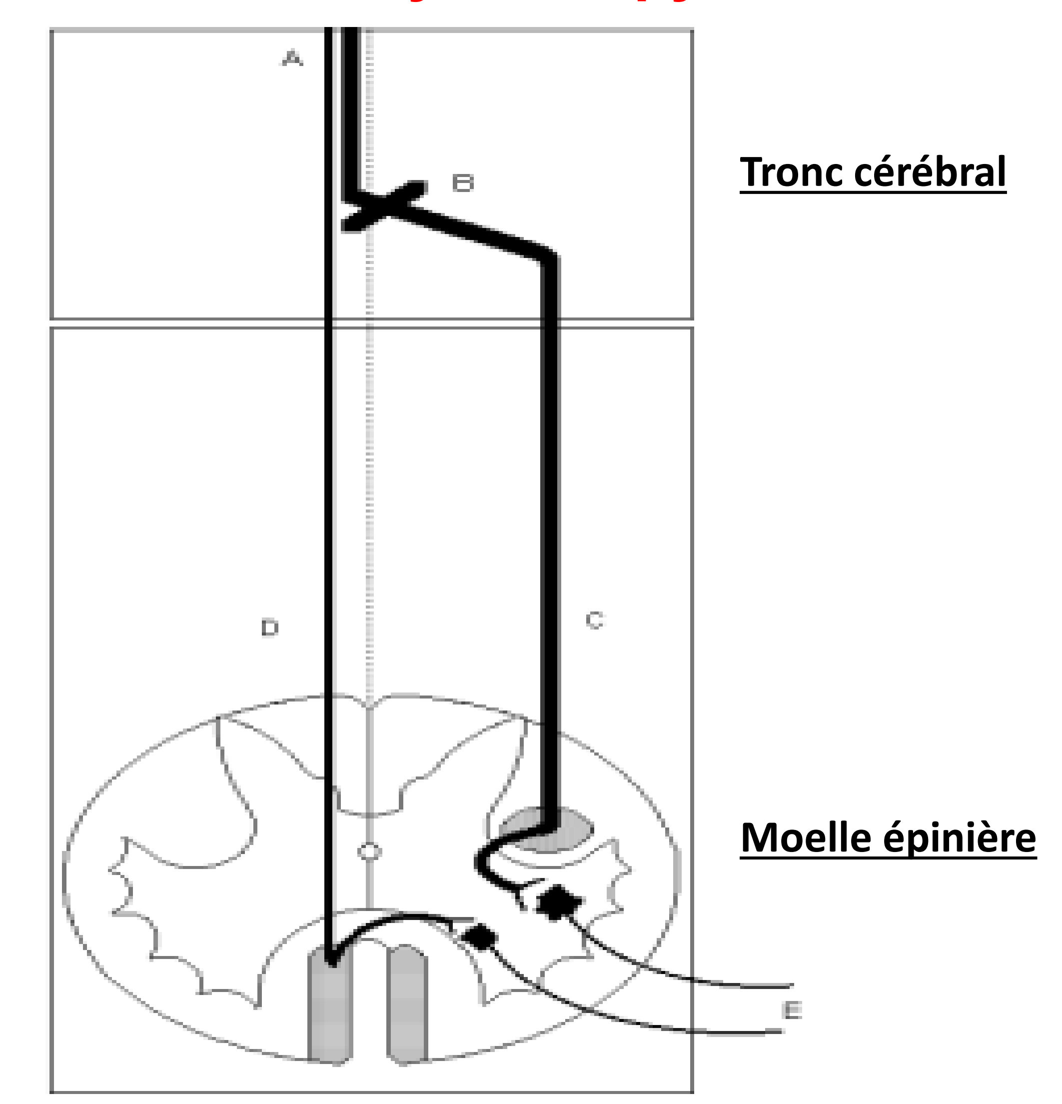
a) Cortico-spinal

b) Rubro-spinal



- Les voies motrices pyramidales et extra-pyramidales dans la moelle épinière-

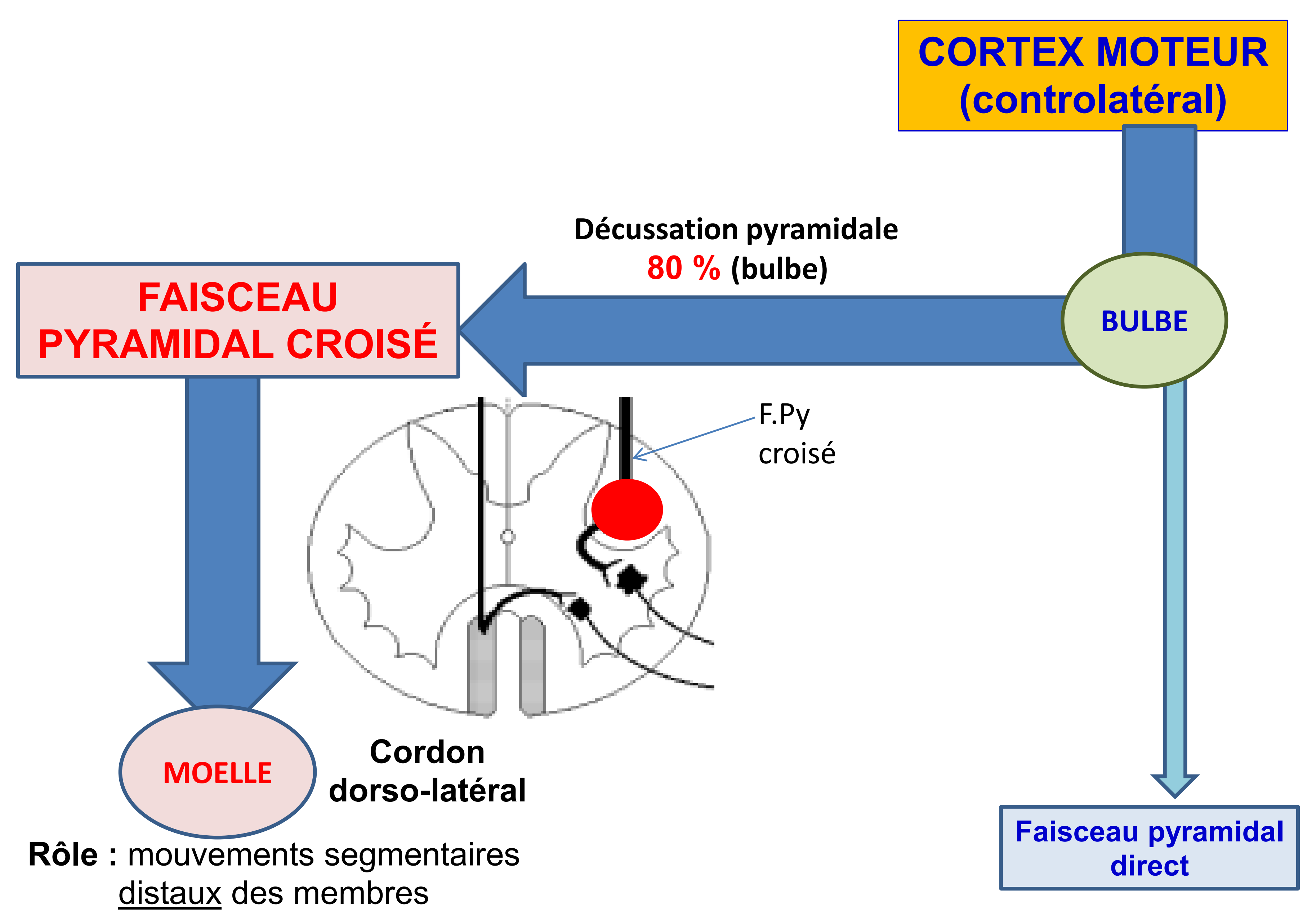
Voies descendantes : **Système pyramidal**



A. Faisceau pyramidal
B. Décussation motrice
C. Faisceau pyramidal croisé
D. Faisceau pyramidal direct
E. Motoneurones périphériques

- Organisation de la voie motrice pyramidale dans la moelle -

Le système cortico-spinal : Faisceau pyramidal croisé



Rôle : mouvements segmentaires distaux des membres

IV. Voies descendantes : Faisceaux latéraux

B. Le faisceau Rubro-spinal : **Noyau rouge**

Décusse dés sa naissance et se place dans la moelle en position **latérale** en avant du Fx corticospinal

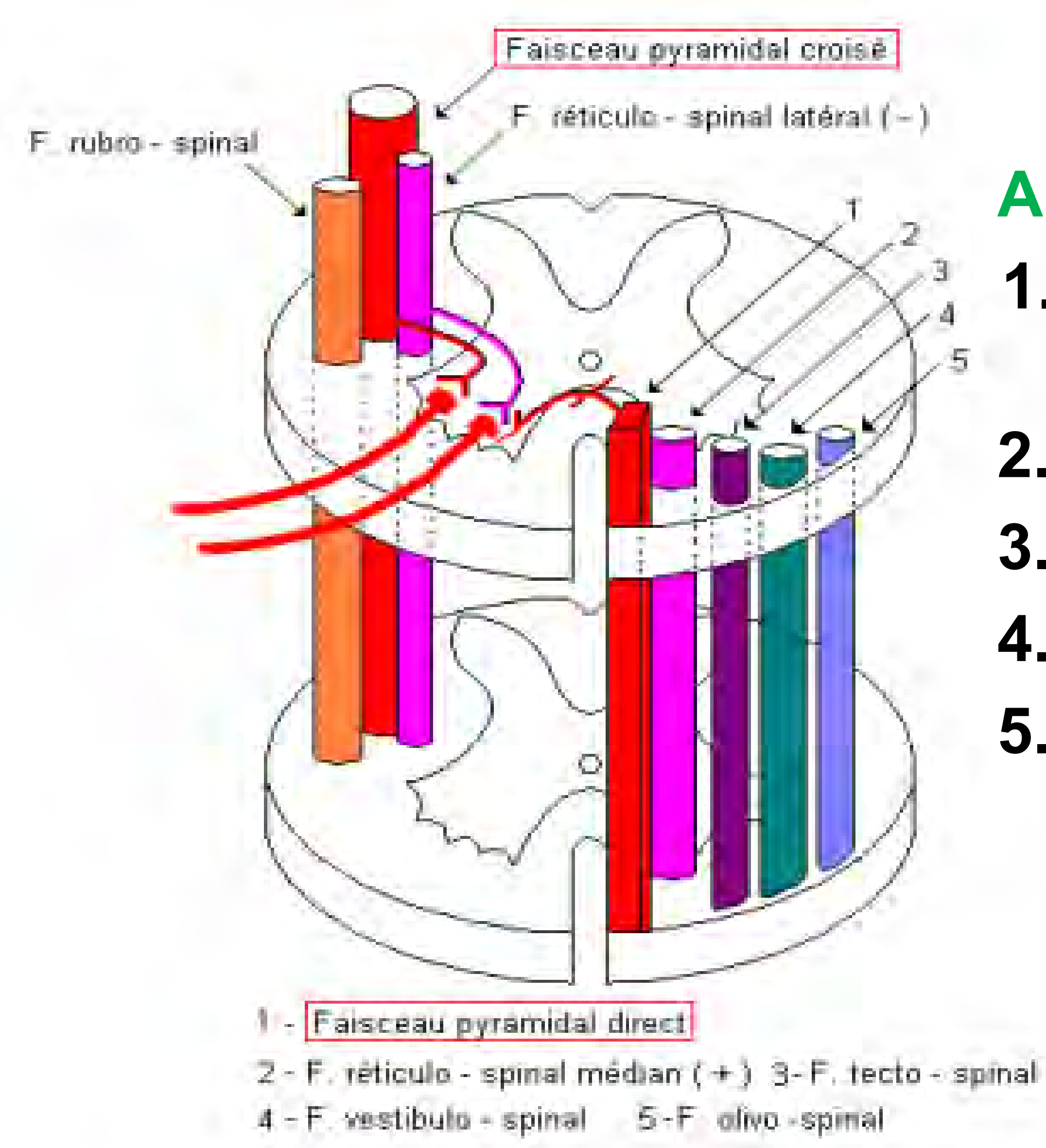
→ **Rôle :** tonus musculaire et réflexes segmentaires (membres supérieurs)

IV. Voies descendantes : Faisceaux médians

Le système **médian** comprend plusieurs faisceaux :

- Le faisceau **cortico-spinal ventral** et,
- Des faisceaux provenant du **tronc cérébral**

comme les faisceaux : vestibulo-spinaux, réticulo spinaux, et tecto-spinaux, olivo-spinaux .



A. Faisceaux médians:

1. cortico-spinal ventral et
2. Réticulospinaux
3. Tecto-spinal
4. Vestibulo-spinal
5. Olivo-spinal

- Les voies motrices pyramidales et extra-pyramidales dans la moelle épinière-

Le système cortico-spinal :

Faisceau pyramidal DIRECT

CORTEX MOTEUR (controlatéral)

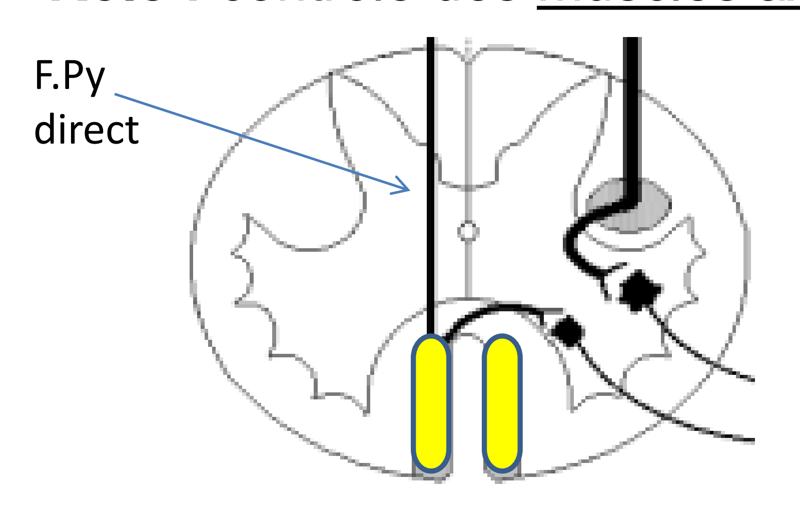
BULBE

DIRECT
mais croise dans la moelle

FAISCEAU PYRAMIDAL DIRECT

MOELLE

Rôle : contrôle des muscles axiaux



Cordon antérieur

IV. Voies descendantes : Faisceaux médians

Les faisceaux réticulo-spinaux

pontine	bulbaire
• Formation réticulée du tronc cérébral pontique	• Formation réticulée du tronc cérébral bulbaire
• Fx longitudinal médian	• latéral
• Rôle : effets facilitateurs	• Rôle : effets inhibiteurs

- Mouvements volontaires
- Réflexes segmentaires
- Activité du MN γ

IV. Voies descendantes : Faisceaux médians

Le faisceau vestibulo-spinal

Fx latéral (direct)	Fx médian (direct et croisé)
• Noyau vestibulaire latéral	• Noyau vestibulaire médian (et Nx Vest inférieur et latéral)
• partie latérale cordon antérieur	• Fx longitudinal médian
• Rôle : contrôle postural cinétique	•Rôle : contrôle labyrinthique des mouvement de la tête.

IV. Voies descendantes : Faisceaux médians

Le faisceau tecto-spinal: nait du colliculus supérieur, rôle dans le mouvement controlatéral de la tête en réponse à des stimuli visuels, auditifs ou somesthésique

Le faisceau olivo-spinal: provient de l'olive bulbaire

IV. Voies descendantes : Autres voies

- Les voies issues des noyaux coeruleus et subcoeruleus de la région pontique
- Les noyaux du raphé bulbaires
- Voies descendantes dopaminergiques ou adrenergiques

VI. Données anatomo-cliniques

Section totale de la moelle :

Au niveau des segments sous jacents à la section on observe :

- une perte de toutes les sensibilités (toutes les voies sensitives ascendantes sont interrompues)
- une perte de la motricité ----→ *paralysie complète* (toutes les voies motrices descendantes sont interrompues)

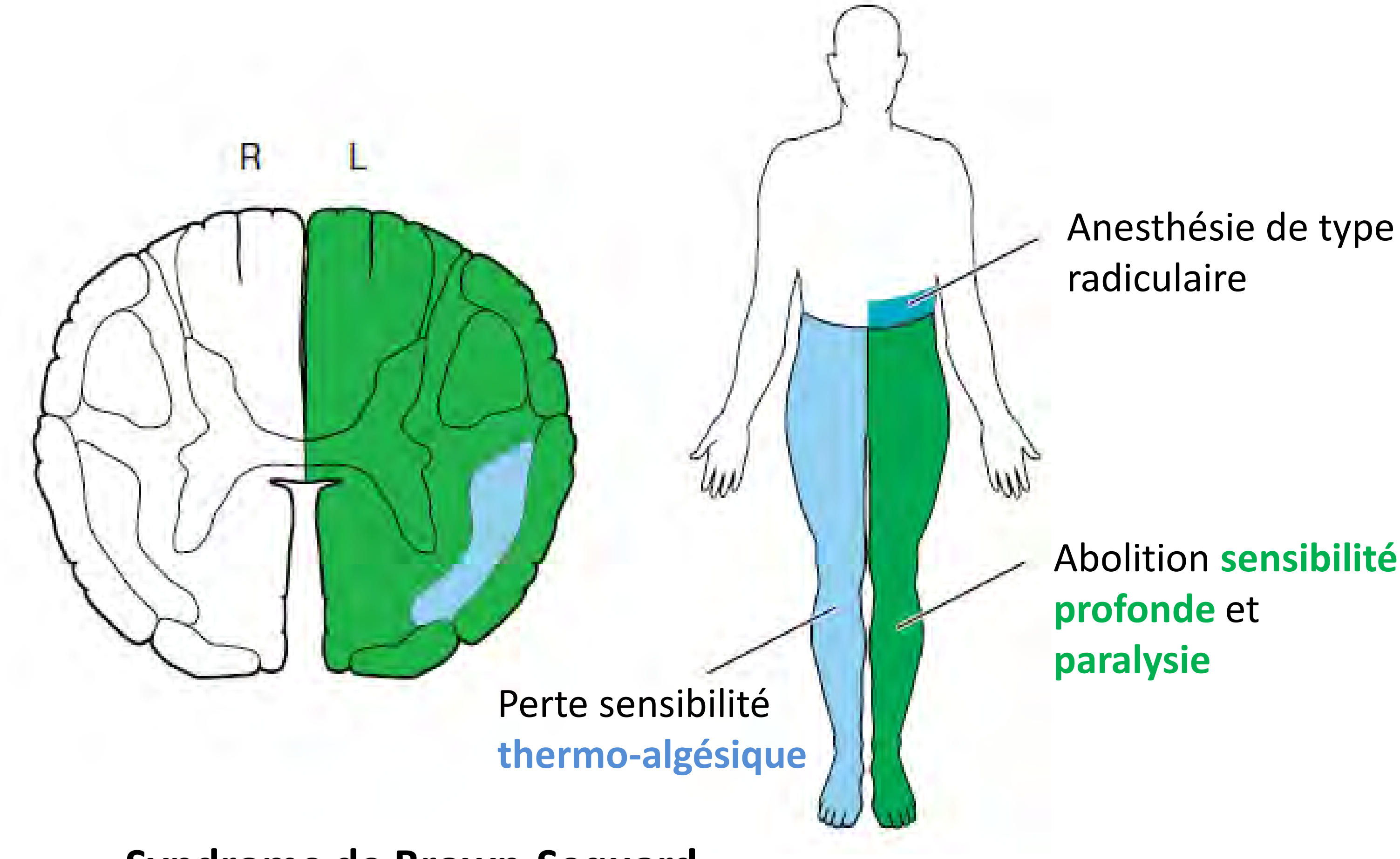
VI. Données anatomo-cliniques

Hémisection de la moelle épinière : Syndrome de **BROWN – SEQUARD :** Aux segments sous jacents on observe :

- Du côté de la lésion :
  - **Perte de la sensibilité tactile discriminative et de la sensibilité proprioceptive** (sens de position des membres et sens de déplacement).
  - **Paralysie** due à la lésion du faisceau pyramidal croisé
- Du côté opposé à la lésion :
  - **Thermo-analgésie :** perte de la sensibilité thermique et de la sensibilité douloureuse.

Données anatomo-cliniques

Syndrome de **BROWN –SEQUARD**



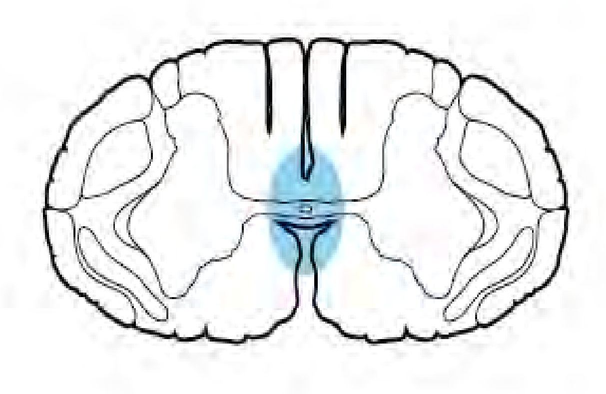
- Syndrome de Brown-Sequard -

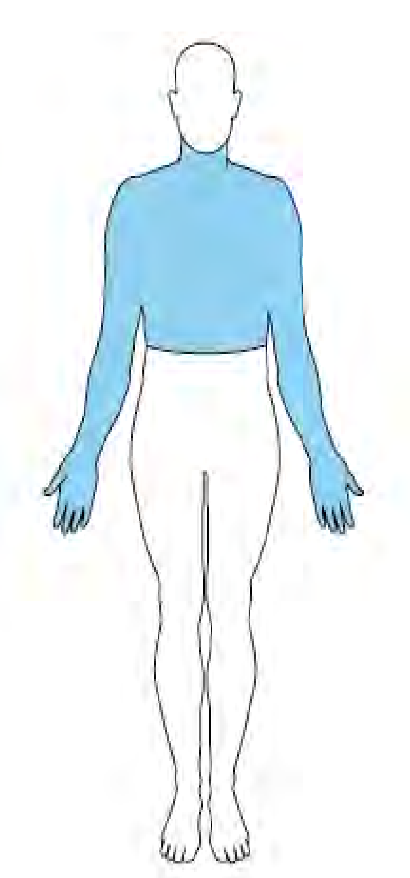
VI. Données anatomo-cliniques

Lésion centro-médullaire : Syndrome de **SYRINGOMYELIE**

Déficit sensitif **suspendu dissocié :**

- **Atteinte de la sensibilité thermique et de la sensibilité douloureuse** localisée aux segments lésés.
- respectant la sensibilité proprioceptive





- Syndrome commissural -

VI. Données anatomo-cliniques

Lésion des cordons postérieurs :

Maladie de **TABES**

- Du côté de la lésion:

  - **Perte de la sensibilité tactile discriminative et de la sensibilité proprioceptive** (sens de position des membres et de la kinesthesie).

V. CONCLUSION

La moelle épinière renferme les **voies ascendantes sensitives** qui transmettent les informations venant de la périphérie vers les centres encéphaliques à travers les racines postérieures, et les **voies descendantes motrices** conduisant les informations vers les organes périphériques notamment le muscle

Ces voies forment les **cordons blancs** qui supportent les **fonctions de conduction** de la moelle.